جغرافیا و توسعه شمارهٔ ۵۲ پاییز ۱۳۹۷
وصول مقاله: ۹۵/۱۰/۲۹
تأیید نهایی: ۹۶/۰۷/۲۴
صفحات : ۲۶۶-۲۴۷

پایش مکانی تداوم بارش در استان کردستان

دکتر محمد دارند[1]

چکیده

برای انجام این پژوهش داده‌های روزانهٔ بارشِ ۱۸۸ ایستگاه بر روی پهنه و خارج از مرز استان طی بازهٔ زمانی ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۹/۱۰/۳۰ استفاده شد. با بهره‌گیری از روش زمین‌آماری کریجینگ مقادیر بارش بر روی یاخته‌های ۶×۶ کیلومتر میان‌یابی شد. حاصل آن ۸۱۱ یاختهٔ مکانی بود که کل گسترهٔ استان کردستان را پوشش می‌دادند. سپس پایگاه داده‌ای در ابعاد ۸۱۱×۱۸۲۰۳ فراهم شد که بر روی سطرها، روز (زمان) و بر روی ستون‌ها، یاخته‌ها (مکان) قرار داشتند و مبنای محاسبات این پژوهش قرار گرفت. برای هر یاخته سهم ماندگاری‌ها در کل روزهای بارشی و تأمین میزان بارش دریافتی به‌همراه اهمیت مکانی مانایی بارش محاسبه شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که ماندگاری‌های بارش بر روی استان ۱ الی ۳۷ روزه است. ماندگاری‌های بارش ۱ الی ۹ روزه بر روی کل گسترهٔ استان کردستان رخنمود دارند. ماندگاری‌های طولانی در نیمهٔ غربی استان که به‌لحاظ میزان دریافتی بارش پربارش‌اند، بسامد رخداد بیشتری دارند. ماندگاری‌های کوتاه‌مدت (۱ و ۲ روزه) بیشترین بسامد روزهای بارشی و بیشترین درصد مشارکت در تأمین مقدار بارش دریافتی نیمهٔ کم‌بارش (شرق) استان را برعهده دارند. همچنین اهمیت فضایی بارش‌های کوتاه‌مدت بیانگر نقش مهم این‌گونه بارش‌ها برای نیمهٔ شرقی استان است. در نیمهٔ غربی استان، ماندگاری بارش‌های طولانی (۴ الی ۹ روزه) درصد مشارکت زیادی در تأمین مقدار کل بارش و بسامد رخداد روزهای بارشی دارند؛ درحالی که اهمیت مکانی ماندگاری‌های طولانی بارش برای مناطقی غیر از نیمهٔ غربی استان، بیشینه است و این بیانگر عادی‌بودن رخنمود بارش‌ها با ماندگاری طولانی برای نیمهٔ غربی (پربارش) استان و فرین بودن آن‌ها برای مناطق مرکزی و نیمهٔ شرقی است. به‌نظر می‌رسد که پیکربندی ناهمواری‌های استان و مسیر سامانه‌های بارش‌زا نقش مهمی در الگوهای مکانی ماندگاری‌های بارش دارند.

واژه‌های کلیدی: مانایی، بارش، میان‌یابی، کردستان.

۱- دانشیار اقلیم‌شناسی دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه کردستان
m.darand@uok.ac.ir

مقدمه

بدون شک، بارش حیاتی‌ترین سنجهٔ جوّی است که به همراه دما و پیکربندی ناهمواری‌ها نقش کلیدی در شکل‌گیری اقلیم پهنهٔ استان کردستان دارد. شناخت ویژگی‌های این عنصر سرکش جوّی، اهمیت بسزایی برای بسیاری از طرح‌های عمرانی، برنامه‌ریزی‌ها و فعالیت‌های کشاورزی دارد. تداوم بارش و پایش مکانی آن بر روی پهنهٔ استان و سهم آن در مقدار کل بارش دریافتی، ازجمله پرسش‌هایی هستند که پاسخ به آن‌ها، ما را در درک بهتر رفتار این پدیده یاری می‌کند. پژوهش‌های بسیار زیادی در ایران بر روی ویژگی‌های مختلف بارش ازجمله تغییرات زمانی- مکانی بارش با نگاه آماری و زمین‌آماری انجام شده‌است؛ ولی در ارتباط با ماندگاری بارش، پژوهش چندانی صورت نگرفته است.

غیور و مسعودیان به بررسی مکانی رابطهٔ بارش با ارتفاع را در ایران‌زمین پرداختند. این پژوهشگران بر این باورند که به‌منظور توضیح تغییرات مکانی بارش در ایران زمین، بهتر است که به جای ارتفاع نقاط، از طول و عرض جغرافیایی آن‌ها کمک بگیریم. درصورتی که مدل بارش را به جای سراسر ایران، برای محدوده‌های کوچک‌تری تهیه کنیم، نتیجهٔ بهتری به دست خواهد داد *(غیور و مسعودیان، ۱۳۷۵: ۱۳۸)*. غیور و مسعودیان در پژوهشی دیگر شاخص یکنواختی توزیع زمانی بارش در ایران زمین را به‌لحاظ مکانی بررسی کردند. نتایج واکاوی‌ها نشان داد که در ایران برحسب میزان شاخص یکنواختی توزیع بارش، پنج قلمرو جداگانه وجود دارد و بارش بخش‌های شمالی کشور یکنواخت‌تر و بارش‌های پهنه‌های مرکزی و به‌ویژه جنوبی نایکنواخت‌ترند *(غیور ومسعودیان،۱۳۷۸: ۲۷)*. مسعودیان پراکندگی جغرافیایی بارش در ایران را با بهره‌گیری از روش تحلیل عاملی دوران‌یافته بررسی کرد. یافته‌های این پژوهشگر نشان داد که در ایران سه قلمرو پربارش با مکانیسم‌های مختلف بارشی وجود دارد. کرانه‌های خزری که سامانه‌های باران‌زا در تابستان و پاییز فعالند، رشته‌کوه زاگرس که در زمستان سامانهٔ باران‌زای آن فعالیت دارد و آذربایجان و شمال خراسان که در فصل بهار میزان دریافت بارش بیشتری دارند *(مسعودیان، ۱۳۸۲: ۷۹)*. مسعودیان رژیم‌های بارش ایران را به روش تحلیل خوشه‌ای شناسایی کرد. وی به کمک یک پایگاه داده ماهانهٔ بارش از ژانویه ۱۹۵۱ تا دسامبر ۱۹۹۹ نقشه‌های رقومی بارش ماهانه با تفکیک مکانی ۱۵×۱۵ کیلومتر را ایجاد کرد. انجام تحلیل خوشه‌ای به روش ادغام وارد نشان داد که در ایران سه رژیم بارش اصلی قابل‌شناسایی است: رژیم بارش زمستانی، رژیم بارش زمستانی- بهاری و رژیم بارش پاییزی. آرایش مکانی این رژیم‌های بارش نشان می‌دهد که توزیع زمانی بارش در ایران با عرض جغرافیایی ارتباط دارد *(مسعودیان،۱۳۸۴: ۴۷)*. محمودی و آقایی هشتجین به تحلیل هم‌زمانی و هم‌مکانی روزهای بارشی در استان کردستان پرداختند. یافته‌ها نشان داد که از ۱۲۰ روز بارش استان کردستان طی بازهٔ زمانی ۱۹۹۵-۲۰۰۴، ۳۴ روز آن مربوط به بارش‌های یک ایستگاهه و ۱۹ روز متعلق به بارش‌های دو ایستگاهه است. به‌لحاظ فصلی نیز فصل زمستان بارش‌ها بیش از ۴ ایستگاهه و بارش‌های فصل بهار برابر و کمتر از سه ایستگاهه هستند *(محمودی و آقایی‌هشتجین، ۱۳۸۹: ۵۲)*. عساکره تغییرات زمانی- مکانی بارش ایران را طی دهه‌های اخیر مطالعه کرد. وی به کمک داده‌های ۱۵۲ ایستگاه همدید و ۱۷۰ ایستگاه اقلیمی طی بازهٔ زمانی ۱۹۶۱-۲۰۰۳ و۹۲۹۴۰ داده‌ها، ماهانه تغییرات بارش را بر روی ۸۰۱۲ یاخته در کرنل ایران مورد مطالعه قرار داد. یافته‌ها نشان داد که بارش نیمهٔ غربی کشور و نواحی کوهستانی عمدتاً دچار تغییر شده‌اند. به‌طور کلی نواحی با بارندگی بیشتر متحمل تغییر بیشتری نیز بوده‌اند *(عساکره، ۱۳۸۶: ۱۴۵)*. عساکره و سیفی‌پور

بارش سالانهٔ ایران را مدل‌سازی مکانی کردند. ایشان از داده‌های پایگاه دادهٔ اسفزاری ویرایش نخست با تفکیک مکانی ۱۵×۱۵ کیلومتر بهره بردند. دو روش رگرسیون عمومی و رگرسیون موزون جغرافیایی بر بارش کشور برازش داده شدند. یافته‌های این پژوهش بیانگر آن است که به‌کارگیری رگرسیون موزون جغرافیایی به واقعیت نزدیک‌تر است و در شمال‌غرب و نواحی داخلی، ارتفاعات، در زاگرس، جهت دامنه‌ها و در شمال‌شرق و نواحی خزری، شیب مهم‌ترین عامل مکانی مؤثر بر بارش به‌شمار می‌روند *(عساکره و سیفی‌پور، ۱۳۹۱: ۱۵)*. پژوهش‌های متعدد دیگری نیز در ایران انجام شده است که برای نمونه می‌توان به کتیرایی و همکاران (۱۳۸۶)، مدرس (۱۳۸۶)، حجام و همکاران (۱۳۸۷) و مسعودیان و همکاران (۱۳۸۹) اشاره کرد.

پیکربندی ناهمواری‌های ایران، زاگرس در غرب و البرز در شمال، مانع از ورود رطوبت پهنه‌های آبی مجاور به مرکز ایران می‌شوند(*Alijani et al, 2008:107*) و مانایی رطوبت و سامانه‌های بارش‌زا در دامنه‌های بادگیر ماندگاری رخداد بارش را افزایش می‌دهد. در ارتباط با تداوم بارش در ایران می‌توان به پژوهش نظری‌پور و همکاران در ارتباط با الگوهای فضایی اهمیت تداوم بارش ایران اشاره کرد. آن‌ها به کمک پایگاه داده یاخته‌ای بارش اسفزاری (۷۱۸۷ یاخته بر روی ایران) طی بازهٔ ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۳/۱۰/۱۱ برای هر یاخته سهم تداوم در روزهای بارشی و سهم تداوم در مقدار بارش دریافتی و اهمیت تداوم را بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد که بارش ایران تداومی بین ۱ تا ۴۵ روز دارد و از تغییرات زمانی- مکانی شدیدی برخوردار است. سهم بارش‌های با تداوم یک روزه در تأمین روزهای بارشی و بارش نیمهٔ شرقی کشور پررنگ است. سهم بارش در مرکز و جنوب‌شرق کشور با افزایش تداوم بارش به‌شدت کاهش می‌یابد؛ اما در غرب و شمال‌غرب ایران این شرایط برعکس است. در نیمهٔ شرقی کشور بارش‌های با تداوم کوتاه (۱تا ۳ روزه) و در نیمهٔ غربی بارش‌های با تداوم طولانی (بیش از سه روز) اهمیت بیشتری دارند *(نظری‌پور و همکاران،۱۳۹۰: ۳۷)*. همچنین نظری‌پور و همکاران طی مقاله‌ای دیگر تغییرات فضایی سهم بارش‌های یک روزه در تأمین روزهای بارشی و مقدار بارش ایران را بررسی کردند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که در یک‌چهارم گسترهٔ ایران سهم آن‌ها در تأمین روزهای بارشی کاسته شده و فقط در ۳ درصد پهنه بر سهم آن افزوده شده‌است. علاوه‌بر آن، در یک‌پنجم از پهنهٔ ایران سهم آن‌ها در تأمین مقدار بارش ایران کاهش یافته و فقط در ۶ درصد گسترهٔ سهم آن‌ها در تأمین بارش ایران افزایش یافته است. گسترهٔ روند منفی سهم بارش‌های یک روزه در تأمین بارش ایران در ماه‌های بارانی سال بزرگ‌تر از گسترهٔ روندمثبت است*(نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۴۱)*.

نظری‌پور و منصوری دانشور سهم مکانی بارش‌های یک روزه در روزهای بارانی و تأمین مقدار بارش ایران را واکاوی کردند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که بارش‌های یک روزه سهم زیادی در روزهای بارانی و تأمین مقدار بارش مناطق شرقی کشور دارند و روند کاهشی رخداد این دسته از بارش‌ها در سال‌های اخیر، دلیل کاهش نرخ بارش دریافتی کل بر روی این‌گونه مناطق است (*Nazaripour & Mansouri Daneshvar, 2014: 1758*).

علیجانی و همکاران به واکاوی مکانی شدت و تمرکز بارش در ایران پرداختند. ایشان از داده‌های روزانهٔ بارش ۹۰ پیمونگاه بر روی ایران استفاده کردند. یافته‌ها نشان داد که بارش ایران بر روی بیشتر گسترهٔ ایران زمین میل به بی‌نظمی و شدت دارد و سهم زیادی از بارش سالانه از رخدادهای بارش با شدت زیاد و فرین تأمین می‌شود *(Alijani et al, 2008:107)*.

دلیل ماندگاری سری زمانی رخداد بارش عمر طولانی سامانه‌های همدید مقیاس و عوامل دیگر با ورداییی بسیار نادر است (*Dahale et al, 1994: 27*). دومروس و راناتیونگ طی پژوهشی، پراکنش مکانی مانایی بارش ماهانه و فصلی را بر روی سری‌لانکا بررسی کردند. یافته‌های این پژوهشگران نشان داد که توپوگرافی نقش بسیار مهمی در ماندگاری بارش دارد (*Domroes & Ranatunga, 1993:137*).

رِی، ماندگاری بارش در سان‌خوان آرژانتین را به کمک یک رابطهٔ احتمالاتی ساده بررسی کرد. وی این کار را برای ماه‌ها و فصول مختلف سال انجام داد. نتایج نشان داد که احتمال رخداد بارش به‌شدت به وضعیت جوّی روزِ قبل و شرایط اقلیم محلی وابسته است (*Ray, 1929:184*).

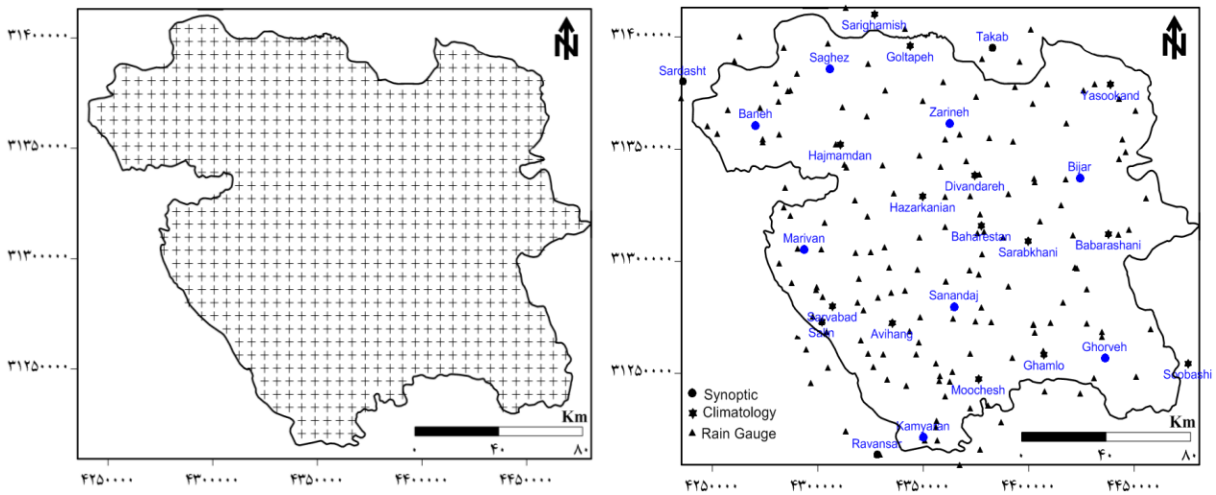
استان کردستان یکی از مهم‌ترین قطب‌های کشاورزی ایران زمین است. سهم قابل‌ملاحظه‌ای از درآمد اقتصادی استان کردستان از بخش کشاورزی تأمین می‌شود. بارش و ماندگاری بارش، نقش کلیدی در نیاز آبی محصولات کشت‌شده، تاریخ کشت محصولات، عملکرد محصولات کشاورزی و حتی نوع محصولات دارد؛ ازاین‌رو آگاهی و شناخت دقیق پراکنش مکانی مانایی بارش بر روی گسترهٔ استان کردستان نه‌تنها برای فعالیت‌های کشاورزی بلکه برای بسیاری از طرح‌های عمرانی و برنامه‌ریزی‌ها می‌تواند بسیار سودمند و مفید باشد.

مواد و روش‌ها

برای شناخت دقیق ورداییی مکانی مانایی بارش بر روی گسترهٔ استان کردستان، با بهره‌گیری از روش زمین آمار کریجینگ مقادیر بارش روزانه بر روی پیمونگاه‌های داخل و خارج از استان بر روی یاخته‌های ۶×۶ کیلومتر طی بازهٔ زمانی ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۹/۱۰/۳۰ میان‌یابی شد. شکل ۱ موقعیت مکانی پیمونگاه‌های استفاده‌شده (الف) و یاخته‌های حاصل از میان‌یابی را بر روی استان کردستان (ب) نشان می‌دهد.

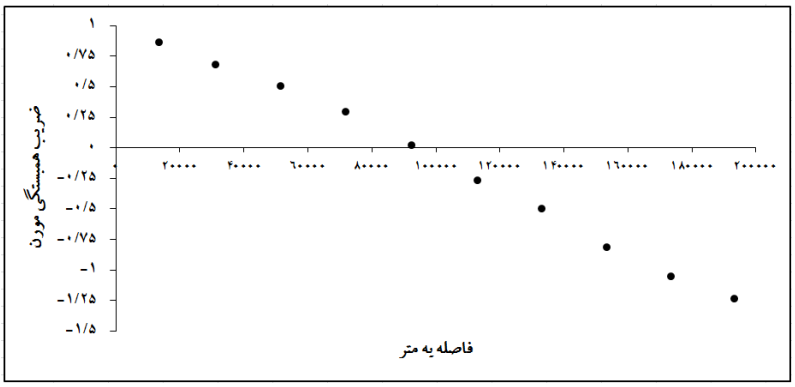
یکی از راه‌های شناخت فاصلهٔ مناسب یاخته‌ها در میان‌یابی برآورد و محاسبهٔ همبستگی مکانی بین پیمونگاه‌هاست. در این پژوهش با بهره‌گیری از شاخص همبستگی مورن نرخ همبستگی مکانی بین پیمونگاه‌های استان کردستان برپایهٔ مقدار بارش دریافتی سالانه محاسبه شد و همبستگی نگار آن در شکل ۲ آمده است. همبستگی نگار، همبستگی مکانی هر پیمونگاه را براساس فاصلهٔ افقی نشان می‌دهد (*عساکره و سیفی‌پور، ۱۳۹۲: ۱۵*). همان‌طور که پیداست، با افزایش فاصله از نرخ همبستگی مکانی بین پیمونگاه‌ها کاسته خواهد شد. در فاصلهٔ ۹۲/۶ کیلومتری تقریباً میزان همبستگی مکانی بارش دریافتی سالانهٔ پیمونگاه‌های استان کردستان به عدد صفر می‌رسد. به بیانی دیگر، در فاصلهٔ یادشده، هیچ‌گونه همبستگی بین پیمونگاه‌ها دیده نمی‌شود. در فاصلهٔ حدود ۱۴ کیلومتری همبستگی بین پیمونگاه‌های باران‌سنجی استان بیشینه است و نرخ همبستگی مورن برابر با ۰/۸۵۷ است. همچنین موقعیت و جهت‌نمای نیم‌پراش نگار بارش سالانهٔ پیمونگاه‌های استان کردستان در شکل ۳ آمده است. همان‌طور که قابل‌ملاحظه است در فاصلهٔ حدود ۳ کیلومتری نرخ پراش بارش سالانه کمینه است و با افزایش فاصلهٔ نرخ پراش افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که در همهٔ جهات جغرافیایی، نرخ پراش بارش یکسان و هم‌اندازه نیست. در فاصلهٔ ۶ کیلومتری پراش بارش به حالت دایره‌ای نزدیک و بر روی سطح آن یکدست است؛ یعنی در این فاصلهٔ بارش تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای از خود نشان نمی‌دهد. برپایهٔ مطالب یادشده در این پژوهش، تفکیک مکانی ۶ کیلومتر برای میان‌یابی درنظر گرفته شد.

کریجینگ یک روش میان‌یابی فضایی است که برپایهٔ خودهمبستگی مکانی مقادیر مشاهده‌شده و معلوم، برای مکان‌هایی که داده ندارند، مقادیر سنجهٔ موردنظر را برآورد می‌کند (*Goovaerts, 1997: 483*). انواع زیادی از روش‌های مختلف کریگینگ وجود دارد. در بین روش‌های مختلف، کریگینگ معمولی یکی از مناسب‌ترین روش‌های میان‌یابی زمانی و مکانی است که برای مناطقی کوهستانی و مناطقی که به‌لحاظ ناهمواری پیچیده هستند، دقت بالایی را از خود نشان می‌دهد (*Mair & Fares, 2011: 371*). شکل ۴ نیم‌پراش نگار کریگینگ را همراه با برازش مدل خطی و لگاریتمی بر روی آن را برای بارش روز هشتم فروردین ۱۳۸۵ استان کردستان نشان می‌دهد. دلیل برازش خطی بر روی نیم‌پراش نگار بالابودن دقت آن در برآورد مقادیر پیش‌بینی‌شدهٔ بارش هنگام صحت‌سنجی آن نسبت‌به سایر مدل‌های دیگر است. شکل ۵ مقادیر پیش‌بینی‌شدهٔ بارش توسط کریگینگ معمولی را همراه با مقادیر مشاهده‌شدهٔ بارش روزانه برای پیمونگاه همدید سنندج در سال ۱۳۸۵ نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، ارتباط و هماهنگی بالایی بین مقادیر پیش‌بینی‌شده و مقادیر مشاهده‌شدهٔ بارش دیده می‌شود که بیانگر دقت بالای این روش و تأیید یافته‌های میر و فیرس (۲۰۱۱) است.



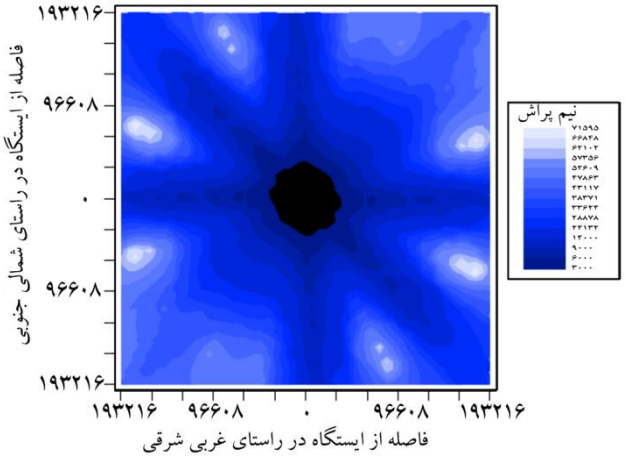
شکل ۱: موقعیت پیمونگاه‌های همدید، اقلیمی و باران‌سنجی (الف) و موقعیت یاخته‌ها (۸۱۱ یاخته) حاصل از میان‌یابی

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۶



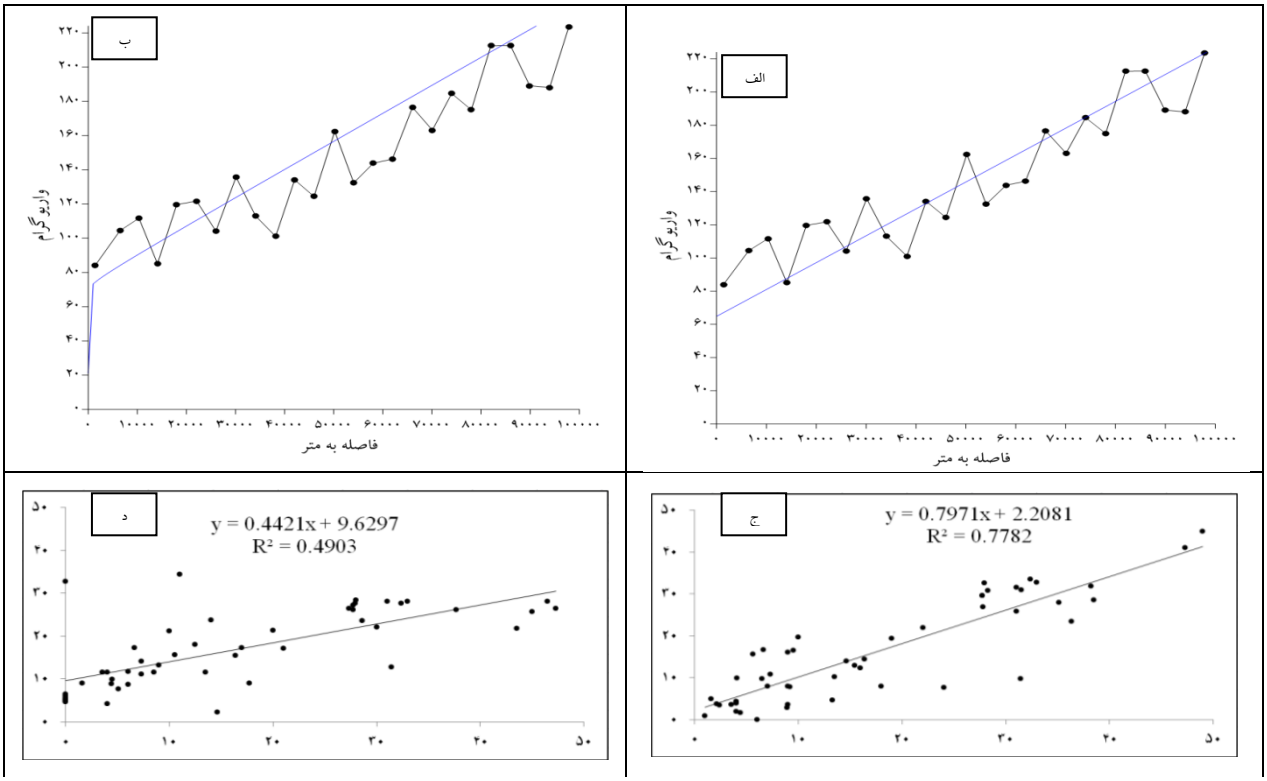
شکل ۲: همبستگی نگار مورن بارش سالانهٔ استان کردستان

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۶



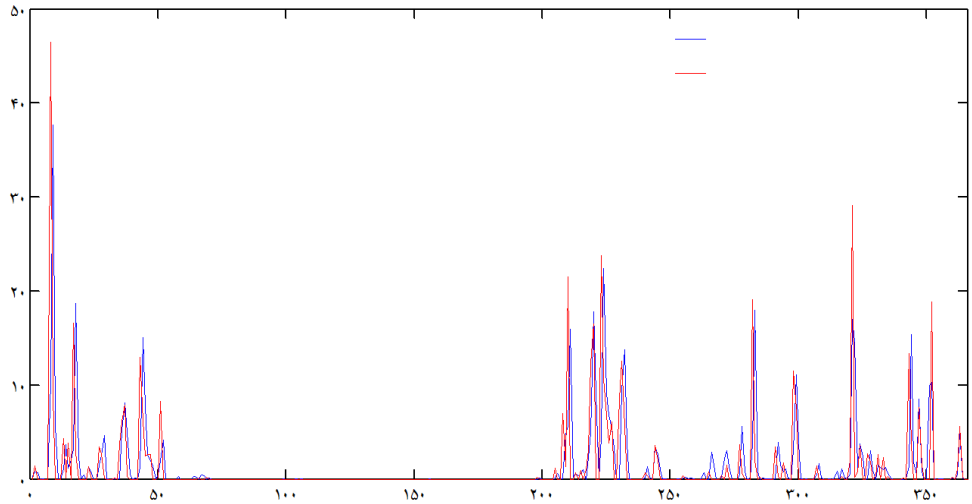
شکل ۳: موقعیت و جهت‌نمای نیم‌پراش نگار بارش سالانهٔ استان کردستان

تهیه و ترسیم : نگارنده، ۱۳۹۶



شکل ۴: نیم‌پراش نگار کریگینگ همراه با برازش مدل خطی (الف) و لگاریتمی (ب) بر روی آن و ارتباط بین مقادیر پیش‌بینی‌شدهٔ مدل خطی و مقادیر مشاهده شدهٔ (ج) و ارتباط بین مقادیر پیش‌بینی‌شدهٔ مدل لگاریتمی و مقادیر مشاهده‌شدهٔ (د) برای بارش روز هشتم فروردین ۱۳۸۵ استان کردستان

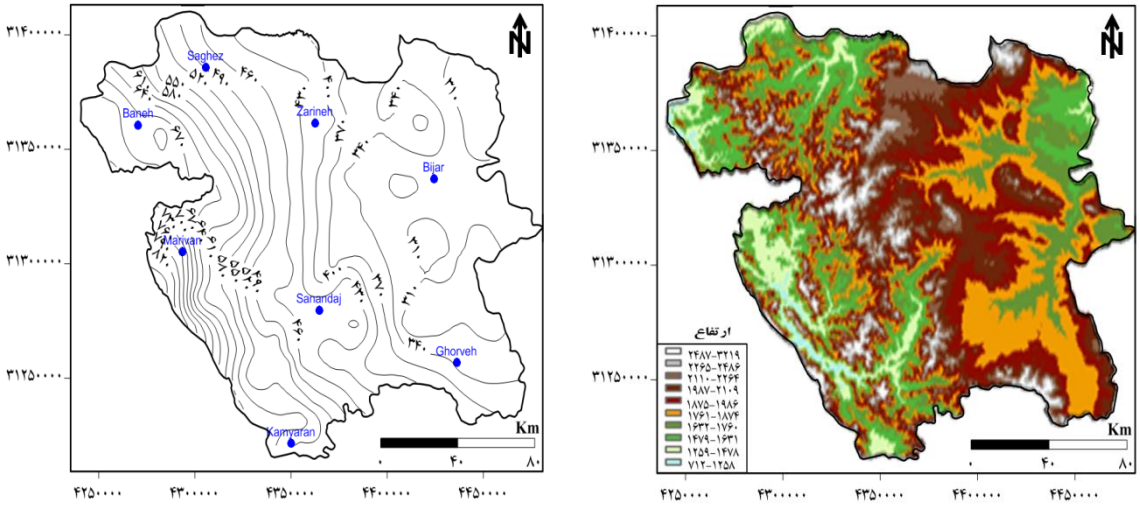
تهیه و ترسیم : نگارنده، ۱۳۹۶



شکل ۵: مقادیر پیش‌بینی‌شدهٔ کریگینگ در مقایسه با مقادیر مشاهده‌شدهٔ بارش سال ۱۳۸۵ پیمونگاه همدید سنندج

تهیه و ترسیم : نگارنده، ۱۳۹۶

شکل ۶ وضعیت ارتفاعی استان (الف) و پراکنش بارش دریافتی سالانهٔ استان کردستان (ب) را نشان می‌دهد. همان‌گونه که قابل‌ملاحظه است، اختلاف ارتفاع شدیدی در استان دیده می‌شود. بخش‌های مرکزی استان به‌صورت باریکه از شمال تا جنوب را ارتفاعات بلند و بخش‌های غربی و شرقی استان، مناطق پست و هموار را دربر دارند. به‌لحاظ پراکنش مقدار بارش نیمهٔ غربی استان پربارش و نیمهٔ شرقی آن بارش کمتری را دریافت می‌کند. بیشترین بارش دریافتی مربوط به ایستگاه همدید مریوان است که بارشی بیش‌از ۸۰۰ میلی‌متر در سال را تجربه می‌کند و کمترین میزان بارش دریافتی مربوط به ایستگاه‌های شرقی استان بیجار و قروه است که بارشی کمتر از ۳۵۰ میلی‌متر در سال ثبت می‌شود. در یک نگاه کلی، غرب استان پربارش و شرق استان کم‌بارش است.



شکل ۶: پیکربندی ناهمواری‌ها و ارتفاع (الف) و پراکنش بارش دریافتی سالانهٔ استان کردستان (ب)

تهیه و ترسیم : نگارنده، ۱۳۹۶

در این پژوهش، روش محاسبات به‌کار گرفته‌شده به‌منظور واکاوی ویژگی‌های تداوم بارش استان از پژوهش نظری‌پور و همکاران (۱۳۹۰) که برای ایران انجام شده، گرفته شده است. روز بارشی، روزی درنظر گرفته شد که میزان دریافتی بارش برابر و بیشتر از ۰/۵ میلی‌متر در روز بوده باشد. گسترهٔ هرکدام از تداوم‌های بارش استان کردستان (AP_i) به کمک رابطهٔ ۱ محاسبه شد *(نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۳)*:

$$AP_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} P_i}{N} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن i برابر با تداوم‌ها که از ۱ تا n روز متغیّر است و j برابر با یاخته‌های داخل استان است که تداوم بارش موردنظر در آن رخ داده و از ۱ تا ۸۱۱ یاخته متغیّر است و P برابر با تداوم بارش و N تعداد کل یاخته‌های داخل مرز استان است. سهم تداوم‌های بارش استان در تأمین روزهای بارشی و مقدار دریافتی بارش کلی هر یاخته به کمک روابط (۲) و (۳) و میزان اهمیت تداوم‌های بارش استان به کمک رابطهٔ (۴) به‌دست آمد *(نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۳)*:

$$X(j,i) = \frac{R_{j,i}}{\sum_{i=1}^{37} R_{j,i}} \times 100 \qquad (۲)$$

که در آن تأمین روزهای بارشی نقطهٔ اُم با تداوم اُم، برابر با فراوانی روزهای بارشی نقطهٔ اُم است که از تداوم اُم تأمین می‌شود.

$$Y(j,i) = \frac{P_{j,i}}{\sum_{i=1}^{37} P_{j,i}} \times 100 \qquad (۳)$$

که در آن برابر با مقدار بارش نقطهٔ jاُم است که توسط تداوم i اُم تأمین می‌شود و برابر با درصد تأمین بارش نقطهٔ jاُم از تداوم i اُم به‌دست خواهد آمد. اهمیت تداوم بارش استان نیز به کمک رابطهٔ زیر قابل محاسبه است:

$$IPPI(j,i) = \frac{Y(j,i)}{X(j,i)} \qquad (۴)$$

در رابطهٔ ۴، برابر با درصد تأمین بارش نقطهٔ jاُم از تداوم i اُم و برابر با تأمین روزهای بارشی نقطهٔ jاُم با تداوم i اُم است. هرگونه از تداوم‌های بارشی (طولانی یا کوتاه‌مدت) برای هر مکان در صورتی حائز اهمیت است که سهم آن در تأمین مقدار بارش بیشتر از سهم آن در روزهای بارشی کل باشد. به بیانی دیگر، تداوم بارش موردنظر سهم زیادی از بارش کل را تأمین کند.

یافته‌های پژوهش

بر پایهٔ نتایج حاصل از محاسبات انجام‌شده، تداوم بارش‌های استان کردستان ۱ الی ۳۷ روز است. شکل ۷ گسترهٔ تداوم‌های بارش را نشان می‌دهد. تداوم‌های ۱ الی ۹ روزه بر روی کل گسترهٔ استان کردستان مشاهده می‌شوند. طی بازهٔ زمانی مورد مطالعه، بارش‌هایی با دوام ۱ الی ۱۴ روزه بر روی بیش‌از نیمی از پهنهٔ استان رخنمود داشته‌اند. از ماندگاری ۱۴ روزه به بعدِ بارش بر روی استان، تنها درصد بسیار کوچکی از استان این‌گونه بارش‌ها را تجربه کرده‌اند. برای نمونه تنها ۰/۱۲ درصد پهنهٔ بارش‌های بادوام و پیایی ۳۷ روزه را به خود دیده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، بارش‌های با تداوم ۱ الی ۹ روزه بر روی کل گسترهٔ استان کردستان رخنمود دارند و مشاهده می‌شوند؛ بنابراین در این پژوهش به واکاوی این‌گونه تداوم‌های بارش پرداخته شد.

بارش‌ها با تداوم یک روزه

سهم بارش‌های با دوام یک روزه در روزهای بارشی و تأمین میزان دریافتی بارش بر روی استان کردستان یکنواخت نیست. در بخش‌های شمال‌شرقی استان سهم بارش‌های با دوام یک روزه در روزهای بارشی

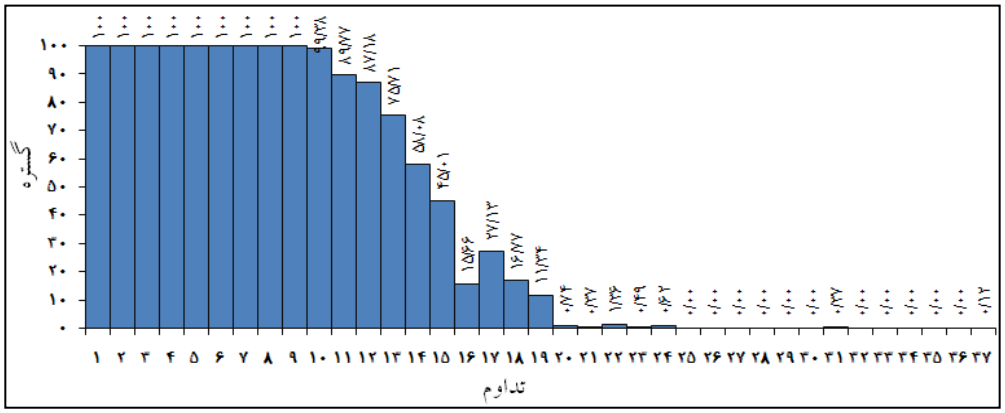
بیشینه است و سهم مشارکت آن به ۲۸ الی ۳۴ درصد روزهای بارشی منطقهٔ یادشده می‌رسد. در نیمهٔ غربی استان سهم این‌گونه بارش‌ها در روزهای بارشی کمینه است و برابر با ۱۲ الی ۱۸ درصد روزهای بارشی است (شکل ۸ الف). سهم بارش‌ها بادوام یک روزه بر تأمین میزان بارش دریافتی استان در شمال‌شرق استان به ۲۶ الی ۳۲ درصد می‌رسد. در نیمهٔ غربی کشور، تداوم بارش‌های یک روزه سهم چندانی در مقدار بارش دریافتی ندارند و فقط ۶/۵ الی ۱۳ درصد مقدار بارش این‌گونه مناطق را تأمین می‌کنند (شکل ۸ ب). اگرچه بارش‌های با دوام یک روزه سهم زیادی از روزهای بارشی شمال‌شرقی استان را به خود اختصاص می‌دهند، ولی این‌گونه بارش‌ها اهمیت چندانی برای مناطق یادشده ندارند (شکل ۱۱ الف).

بارش‌ها با تداوم دو روزه

بارش‌ها با تداوم دو روزه همانند بارش‌ها با دوام یک روزه در نیمهٔ شرقی استان، سهم بیشتری از روزهای بارشی را به خود اختصاص می‌دهند. درصد مشارکت روزهای بارشی با تداوم دو روزه بر روی حدود ۲۸ درصد ازگسترهٔ استان بین ۱۲ الی ۱۴ درصد است. برای نیمهٔ غربی استان سهم مشارکت روزهای بارشی با دوام دو روزه به ۶/۷ الی ۸/۶ درصد می‌رسد (شکل ۸ ج). سهم بارش‌ها بادوام دو روزه در تأمین میزان بارش دریافتی در نیمهٔ شرقی استان بیشینه است و در برخی نقاط نرخ آن به ۲۹ درصد می‌رسد. برپایهٔ یافته‌های پژوهش، بارش‌های با دوام دو روزه نسبت‌به سایر تداوم‌های بارش بیشترین سهم مشارکتی را در تأمین مقدار بارش دریافتی شرق استان دارند. اگرچه سهم بارش‌های یک روزه در تأمین مقدار بارش‌ها در شرق استان در برخی نقاط به ۲۶ الی ۳۲ درصد می‌رسد؛ ولی به‌لحاظ گسترهٔ مکانی نسبت‌به بارش‌ها تداوم دو روزه فقط بخش‌های بسیار کوچکی از شرق استان را دربر دارد (۱/۵ درصد). گسترهٔ مکانی سهم تداوم بارش‌های دو روزه در تأمین مقدار بارش بر روی پهنه‌ای به وسعت بیش‌از ۱۹ درصد از گسترهٔ استان بین ۲۵ الی ۲۹ درصد است (شکل ۸ د). میزان اهمیت تداوم‌های بارش دو روزه در نیمهٔ شرقی استان بیشتر از نیمهٔ غربی آن است (شکل ۱۱ ب)؛ بنابراین هرگونه وردایی در بسامد رخداد بارش‌ها بادوام دو روزه برای نیمهٔ شرقی استان از درجهٔ اهمیت زیادی برخوردار است.

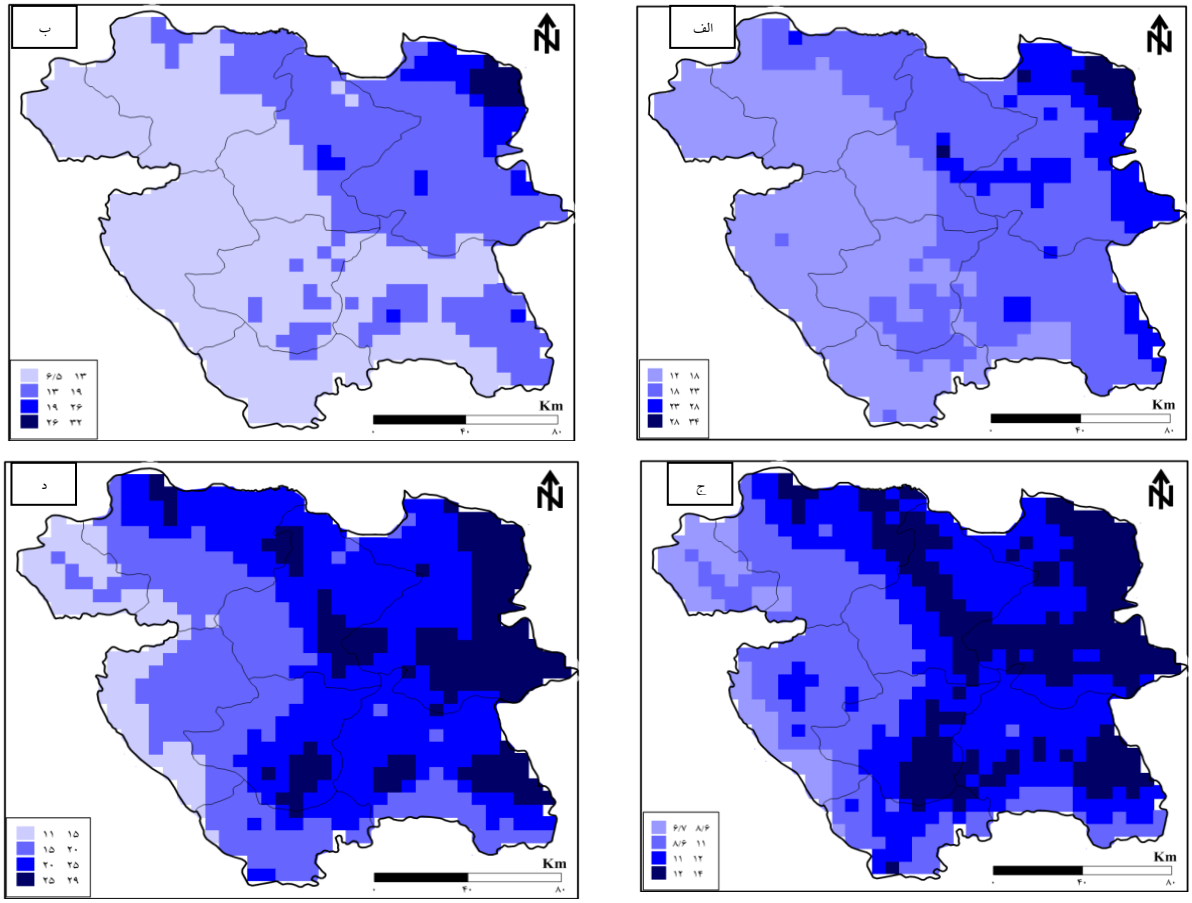
بارش‌ها با تداوم سه روزه

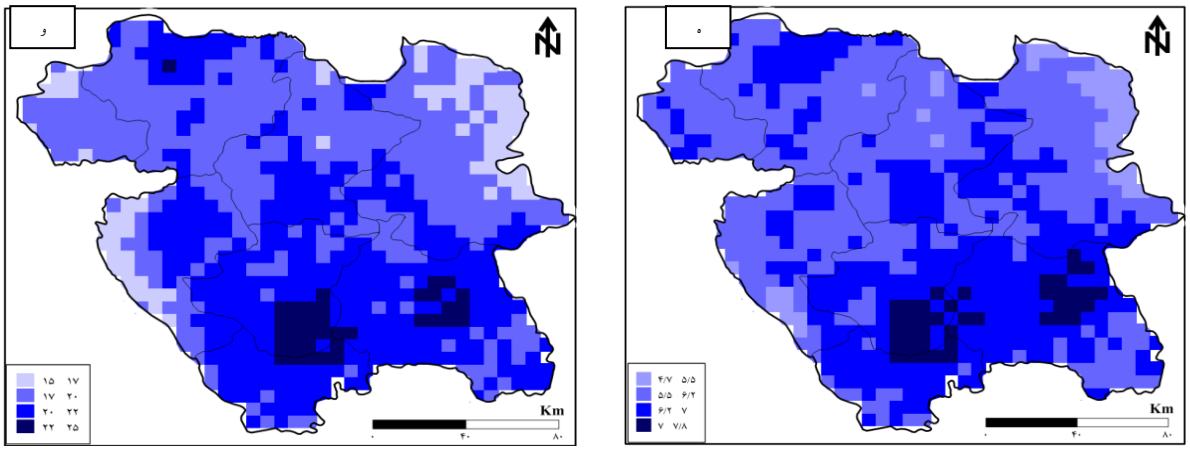
بارش‌های با تداوم سه روزه برخلاف بارش‌ها با دوام یک و دو روزه، سهم زیادی در مشارکت روزهای بارشی نیمهٔشرقی استان ندارند. آشکار است که بیشینهٔ درصد مشارکت بارش‌ها با دوام سه روزه در روزهای بارشی استان با یک جابه‌جایی معناداری از نیمهٔ شرقی استان به‌سمت نیمهٔ جنوبی استان میل پیدا کرده است. بر روی برخی مناطق جنوبی استان سهم این‌گونه تداوم‌های بارشی در روزهای بارشی به حدود ۸ درصد می‌رسد. این درحالی است که بر روی برخی مناطق شمال‌شرق استان درصد مشارکت آن به ۵ درصد می‌رسد (شکل ۸ ه). همچنین سهم بارش‌ها با پیایی سه روزه در تأمین میزان بارش دریافتی استان در نیمهٔ جنوبی استان بیشینه است و در برخی نقاط جنوبی استان ۲۲ الی ۲۵ درصد از مقدار بارش دریافتی توسط بارش‌ها با تداوم سه روزه فراهم می‌شود. این درحالی است که برای نیمهٔ شرقی استان به‌ویژه بخش‌های شمال‌شرقی فقط ۱۵ الی ۱۷ درصد از میزان بارش دریافتی توسط بارش‌های سه روزه تأمین می‌شود (شکل ۸ و). اهمیت بارش با تداوم سه روزه در مرکز استان و بر روی مناطق جنوب استان بیشینه است. در بخش‌های شرقی استان و شمال‌غرب اهمیت این‌گونه بارش‌ها کمینه است (شکل ۱۱ ج).



شکل ۷: گسترهٔ تداوم‌های بارش استان کردستان به درصد

تهیه و ترسیم : نگارنده، ۱۳۹۶





شکل ۸: سهم تداوم‌های بارش ۱ الی ۳ روزه در روزهای بارشی (راست) و سهم آن‌ها در مقدار بارش دریافتی (چپ) به درصد

تهیه و ترسیم : نگارنده، ۱۳۹۶

بارش‌ها با تداوم چهار روزه

هم بسامد رخداد بارش‌های پیاپی چهار روزه در روزهای بارشی استان در شکل (۹ الف) آمده است. همان‌طور که آشکار است، بیشینهٔ سهم این‌گونه بارش‌ها در فراوانی روزهای بارشی برخلاف روزهای بارشی با دوام یک، دو و سه روزه به‌سمت غرب استان به‌ویژه بخش‌های جنوب‌غربی جابه‌جا شده است. به بیانی دیگر، سهم این‌گونه بارش‌ها در نیمهٔ غربی استان که فراوانی رخداد روزهای بارشی بیشتری را تجربه می‌کند، بیشتر است. عکس این شرایط برای شرق استان صادق است. سهم روزهای بارشی با ماندگاری چهار روزه در تأمین مقدار بارش دریافتی بر روی نیمهٔ غربی و جنوبی استان بیشینه است. بر روی برخی مناطق یادشده، درصد مشارکت در تأمین میزان بارش کل به ۱۶ الی ۱۸ درصد می‌رسد. بر روی برخی مناطق مرکزی و شمال استان، درصد مشارکت آن‌ها در تأمین بارش کمینه است (شکل ۹ ب). اگرچه به‌لحاظ مکانی بیشینهٔ سهم بارش‌ها با ماندگاری چهار روزه در بسامد روزهای بارشی و بیشینهٔ تأمین میزان بارش دریافتی در نیمهٔ غربی و جنوبی استان قرار دارد، ولی بیشینهٔ اهمیت آن‌ها بر روی نیمهٔ شرقی به‌ویژه بر روی بخش‌های شمال‌شرقی استان مشاهده می‌شود. به بیانی دیگر، برای مناطق یادشده رخداد بارش‌ها با ماندگاری چهار روزه یک پدیدهٔ فرین به‌شمار می‌رود و این درحالی است که برای نیمهٔ غربی استان یک پدیدهٔ نسبتاً عادی است (شکل ۱۱ د).

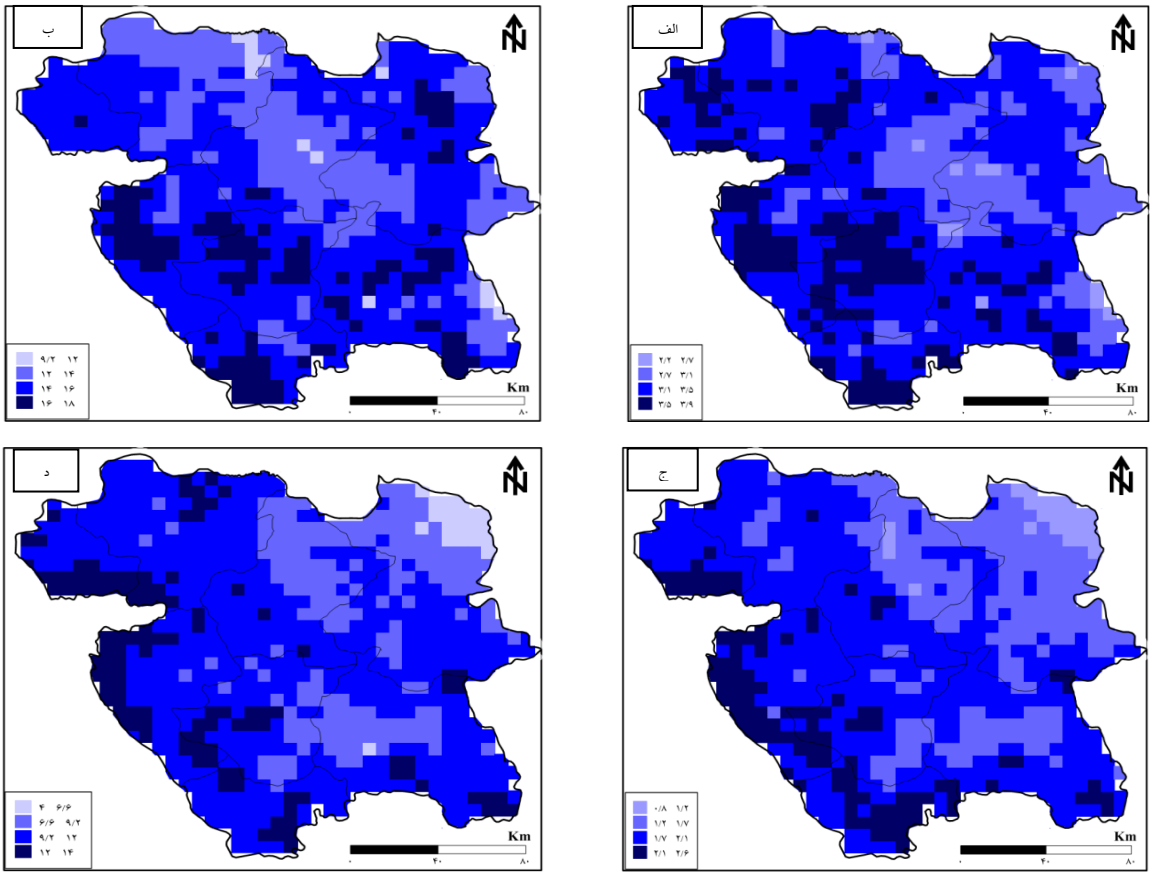
بارش‌ها با تداوم پنج روزه

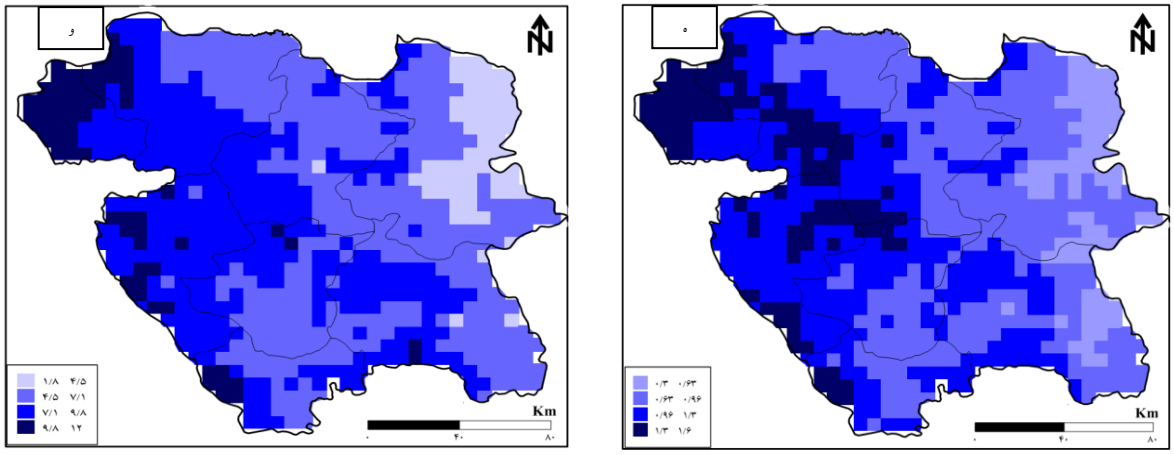
بارش‌ها با ماندگاری پنج روزه بر روی استان بیش‌ترین سهم را در روزهای بارشی نیمهٔ غربی دارند و به‌لحاظ مکانی بیشینهٔ درصد مشارکت این‌گونه بارش‌ها در روزهای بارشی نسبت‌به سایر ماندگاری‌های بارش به‌سمت غرب استان انتقال پیدا کرده است و به‌صورت نوار باریکی از جنوب‌غرب تا شمال‌غرب استان را دربردارد. بر روی برخی مناطق ازجمله شمال شرق استان بارش‌ها با دوام پنج روزه، کمتر از یک درصد از روزهای بارشی این مناطق را به خود اختصاص می‌دهند (شکل ۹ ج). همچنین بارش‌ها با تداوم پنج روزه، بیشترین سهم را در تأمین میزان بارش دریافتی نیمهٔ غربی استان دارند. حدود ۱۲ الی ۱۴ درصد از میزان بارش دریافتی باریکهٔ غربی استان از بارش‌ها با ماندگاری پنج روزه تأمین می‌شود. این درحالی است که برای برخی مناطق ازجمله شمال‌شرق استان و برخی نقاط در جنوب استان سهم آن‌ها به ۴ درصد می‌رسد (شکل ۹ د). به‌لحاظ فضایی،

بارش‌ها با ماندگاری پنج روزه در برخی مناطق شمالی و شرقی استان دارای بیشینهٔ اهمیت هستند؛ بنابراین اگرچه بیشینهٔ سهم روزهای بارشی و تأمین میزان بارش دریافتی ماندگاری‌های پنج‌روزه در غرب استان قرار دارد؛ ولی مانایی بارش‌های پنج روزه برای برخی مناطق شمالی و شرقی استان اهمیت بیشتری دارد. به بیانی دیگر بارش‌ها با تداوم پنج روزه برای مناطق یادشده، بیشتر یک رویداد فرین به‌شمار می‌رود (شکل ۱۱ ه).

بارش‌ها با تداوم شش روزه

بارش‌ها با مانایی شش روزه بیشترین سهم روزهای بارشی در نیمهٔ غربی استان را تأمین می‌کند. در شمال‌غرب استان سهم بارش‌ها با تداوم شش روزه به بیش‌از ۱/۵ درصد می‌رسد. این درحالی است که در نیمهٔ شرقی استان، بارش‌ها با تداوم شش روزه سهم چندانی در بسامد رخداد روزهای بارشی را به خود اختصاص می‌دهند و کمتر از ۰/۵ درصد است (شکل ۹ ه). تأمین مقدار بارش دریافتی استان با بارش‌هایی با ماندگاری شش روزه در شکل (۹ و) آمده است. همان‌طور که مشخص است، این‌گونه بارش‌ها بیشترین سهم تأمین مقدار بارش را در نیمهٔ غربی استان به‌ویژه در شمال‌غرب استان به خود اختصاص می‌دهد. در شمال‌غرب استان، مانایی بارش‌های شش روزه حدود ۱۲ درصد از میزان بارش دریافتی کل را تأمین می‌کند (شکل ۹ و). اهمیت ماندگاری‌های بارش شش روزه برای جنوب‌شرق استان نسبت‌به سایر مناطق استان بیشینه است و این بیانگر آن است که برای جنوب‌شرق استان چنین بارش‌هایی یک رویداد غیر عادی و فرین به‌شمار می‌رود (شکل ۱۱ و).





شکل ۹: سهم تداوم‌های بارش ۴ الی ۶ روزه در روزهای بارشی (راست) و سهم آن‌ها در مقدار بارش دریافتی (چپ) به درصد

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۶

بارش‌ها با تداوم هفت روزه

طبیعی است که با افزایش ماندگاری روزهای بارشی، بسامد و سهم رخداد آن‌ها در روزهای بارشی کم‌تر خواهد شد. بیشترین سهم در بسامد رخداد روزهای بارشی ماندگاری هفت روزهٔ بارش مربوط به نیمهٔ غربی استان کردستان است. در نیمهٔ شرقی استان بارش‌ها با دوام هفت روزه کمینهٔ سهم در روزهای بارشی را دارند. برای برخی نقاط در نیمهٔ شرقی رخداد چنین روزهای بارشی بسیارکم و نادر است (شکل ۱۰ الف). بیشینهٔ تأمین مقدار بارش روزهای بارشی با ماندگاری هفت روزه مربوط‌به نیمهٔ غربی استان است. اگرچه سهم روزهای بارشی با تداوم هفت روزه در روزهای بارشی در بالاترین آستانهٔ خود به حدود یک درصد می‌رسد؛ ولی دوام طولانی آن‌ها در برخی نقاط نیمهٔ غربی استان تأمین حدود ۱۰ درصد از مقدار کل بارش دریافتی را برعهده دارند (شکل ۱۰ ب). الگوی مکانی اهمیت ماندگاری بارش هفت روزه بر روی استان از نظم خاصی پیروی نمی‌کند. در برخی نقاط شمالی و غربی استان اهمیت تداوم این‌گونه بارش‌ها بیشینه است. بالابودن سهم روزهای بارشی با ماندگاری هفت‌روزه در تأمین کل مقدار بارش دریافتی نسبت‌به بسامد رخداد روزهای بارشی بیانگر غیرعادی‌بودن و فرین‌بودن این‌گونه بارش‌هاست (شکل ۱۲ الف).

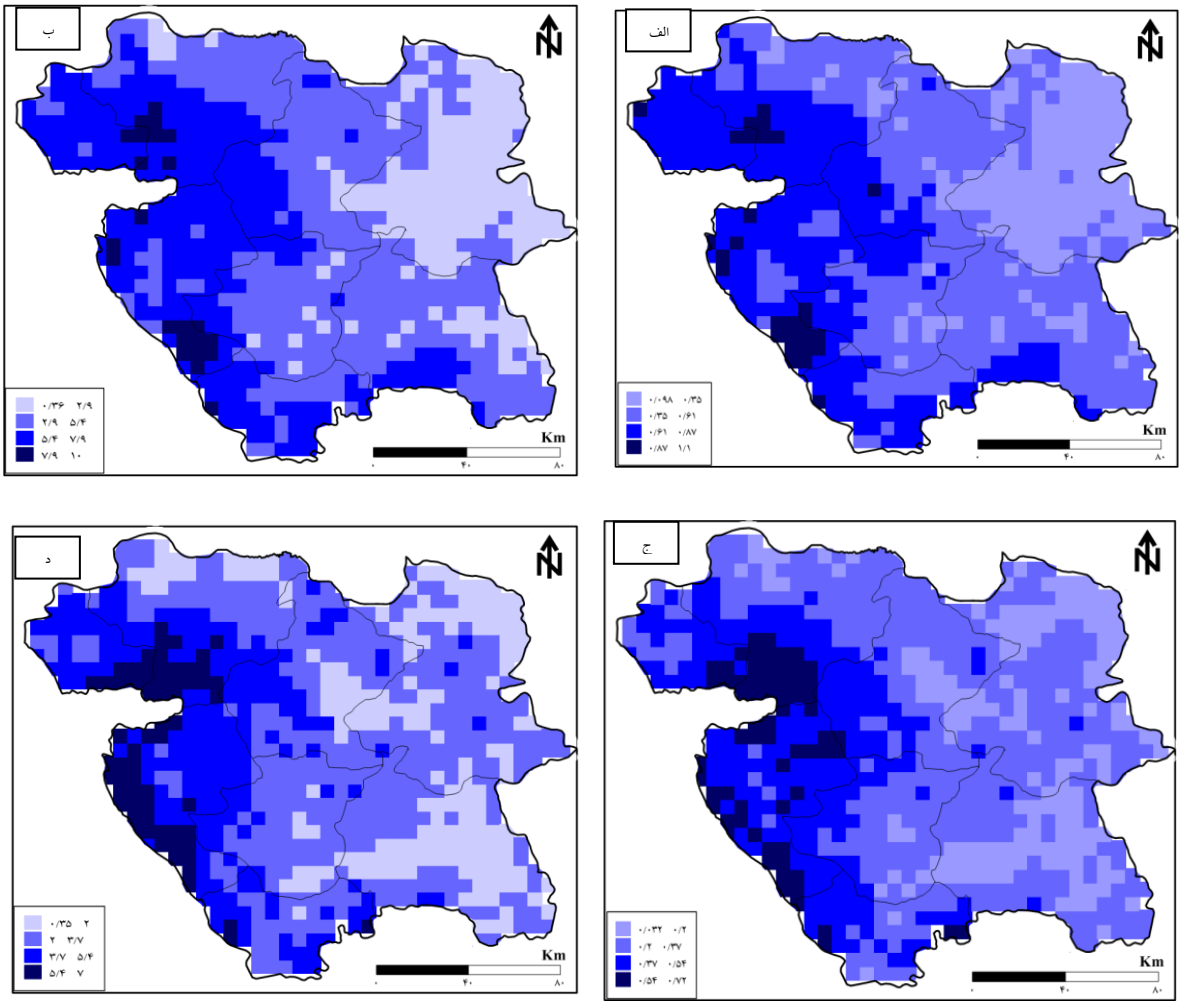
بارش‌ها با تداوم هشت روزه

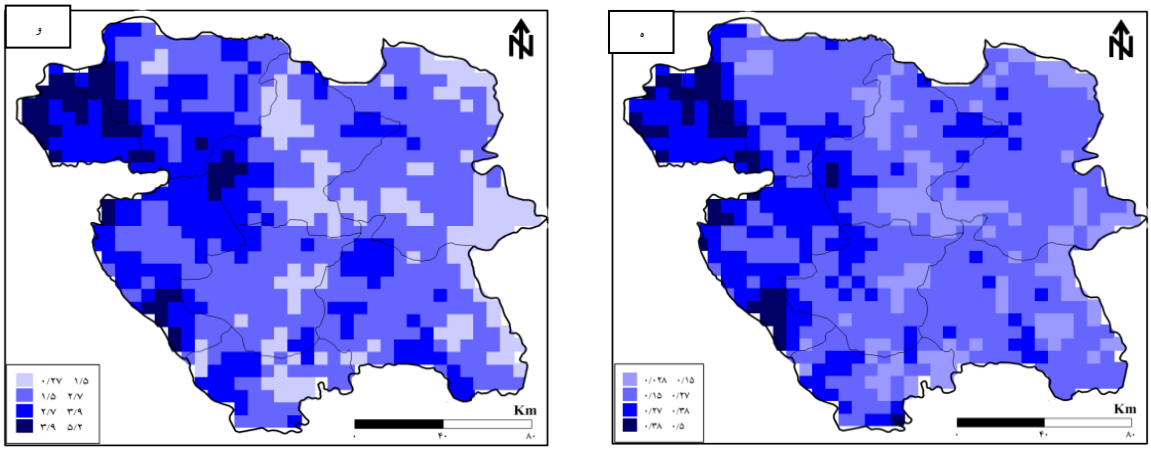
همان‌طور که گفته شد، با افزایش ماندگاری بارش‌ها سهم آن‌ها در روزهای بارشی نیمهٔ شرقی استان کاسته شده است و بر مشارکت آن‌ها در روزهای بارشی نیمهٔ غربی استان افزوده می‌شود. شکل (۱۰ ج) درصد مشارکت بارش‌ها با دوام هشت روزه در بسامد رخداد روزهای بارشی استان را نشان می‌دهد. مانایی بارش‌های هشت روزه بر روی استان بیشترین سهم مشارکت در بسامد رخداد روزهای بارشی نیمهٔ غربی استان را دارند. برعکسِ آن، برای نیمهٔ شرقی استان صادق است. همانند سهم روزهای بارشی، دوام بارش‌های هشت روزه، بیشینهٔ درصد تأمین مقدار کل بارش دریافتی این‌گونه بارش‌ها در نیمهٔ غربی استان قرار دارد. همچنین همانند دوام بارش هفت روزه، اگرچه ماندگاری بارش‌های هشت روزه درصد کوچکی از روزهای بارشی نیمهٔ غربی استان (در بیشینهٔ آستانهٔ خود ۰/۷ درصد) را تأمین می‌کنند؛ ولی مشارکت آن‌ها در تأمین مقدار کل بارش دریافتی چشم‌گیر است و در برخی نقاط به ۷ درصد می‌رسد (شکل ۱۰

د). اهمیت فضایی ماندگاری بارش‌های هشت روزه همانند اهمیت مانایی بارش‌های هفت روزه است و از نظم خاصی پیروی نمی‌کند و بر روی گسترهٔ استان مقادیر بیشینه پراکنده است (شکل ۱۲ ب).

بارش‌ها با تداوم نُه روزه

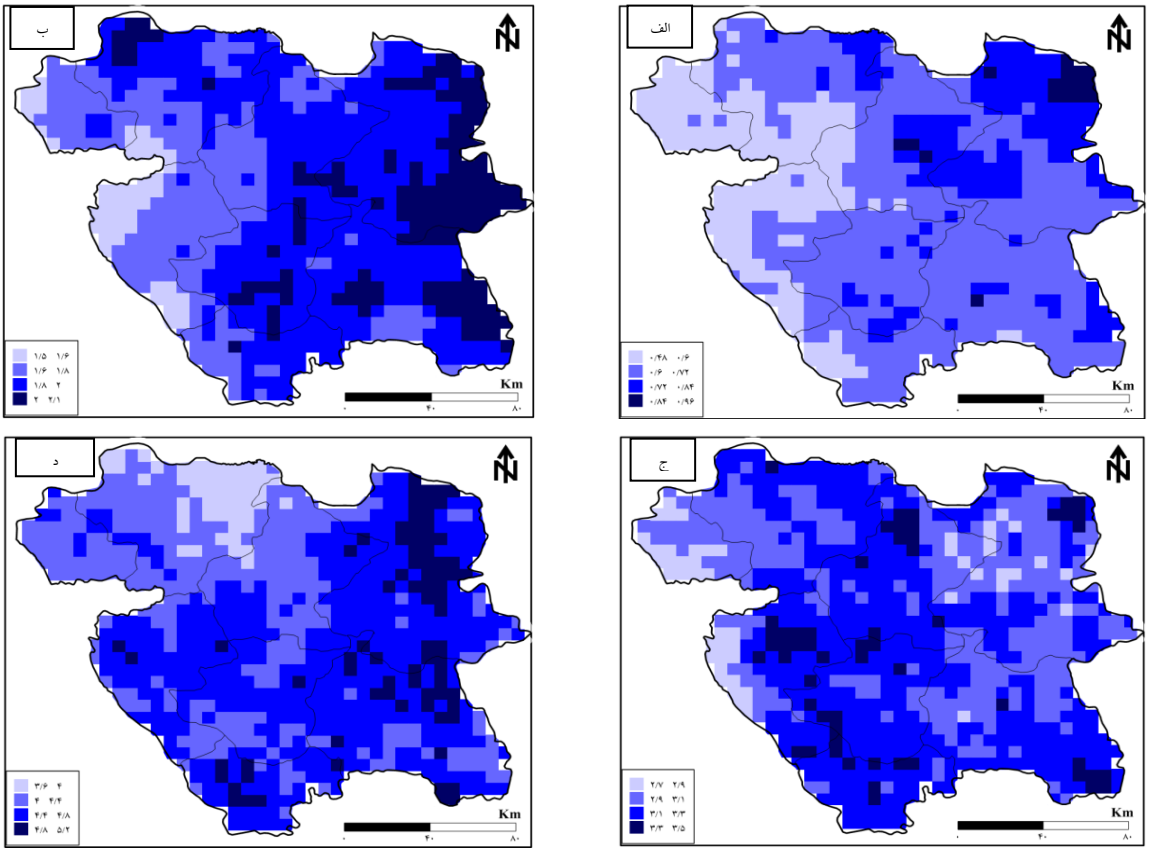
درصد مشارکت روزهای بارشی با ماندگاری نُه روزه همانند سایر مانایی بارش‌های طولانی بیش‌از سه روزه، بیشترین سهم را در بسامد رخداد روزهای بارشی نیمهٔ غربی استان دارند. با این تفاوت که به‌لحاظ مکانی، بیشینه‌های مشارکت روزهای بارشی مانایی‌های بارش نُه روزه به‌سمت شمال‌غرب استان جابه‌جا شده‌اند (شکل ۱۰ ه). نقش تداوم بارش‌های نُه روزه در تأمین مقدار بارش شمال‌غرب استان بیشینه است و در نیمهٔ شرقی استان کمینه است. نه‌تنها سهم مانایی روزهای بارشی نُه روزه در روزهای بارشی نیمهٔ شرقی استان کمینه است؛ بلکه تأمین مقدار بارش آن‌ها نیز اندک است (شکل ۱۰ و). اهمیت روزهای بارشی با ماندگاری نُه روزه بر روی بخش‌هایی از شمال و جنوب استان بیشینه است و این بیانگر فرین‌بودن رخداد چنین بارش‌هایی برای مناطق یاد شده است (شکل ۱۲ ج).

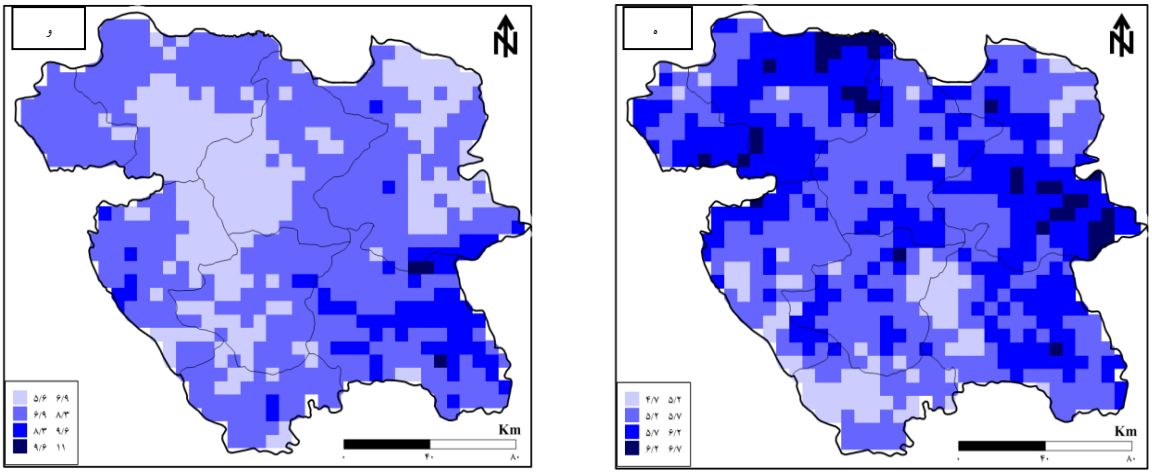




شکل ۱۰: سهم تداوم‌های بارش ۷ الی ۹ روزه در روزهای بارشی (راست) و سهم آن‌ها در مقدار بارش دریافتی (چپ) به درصد

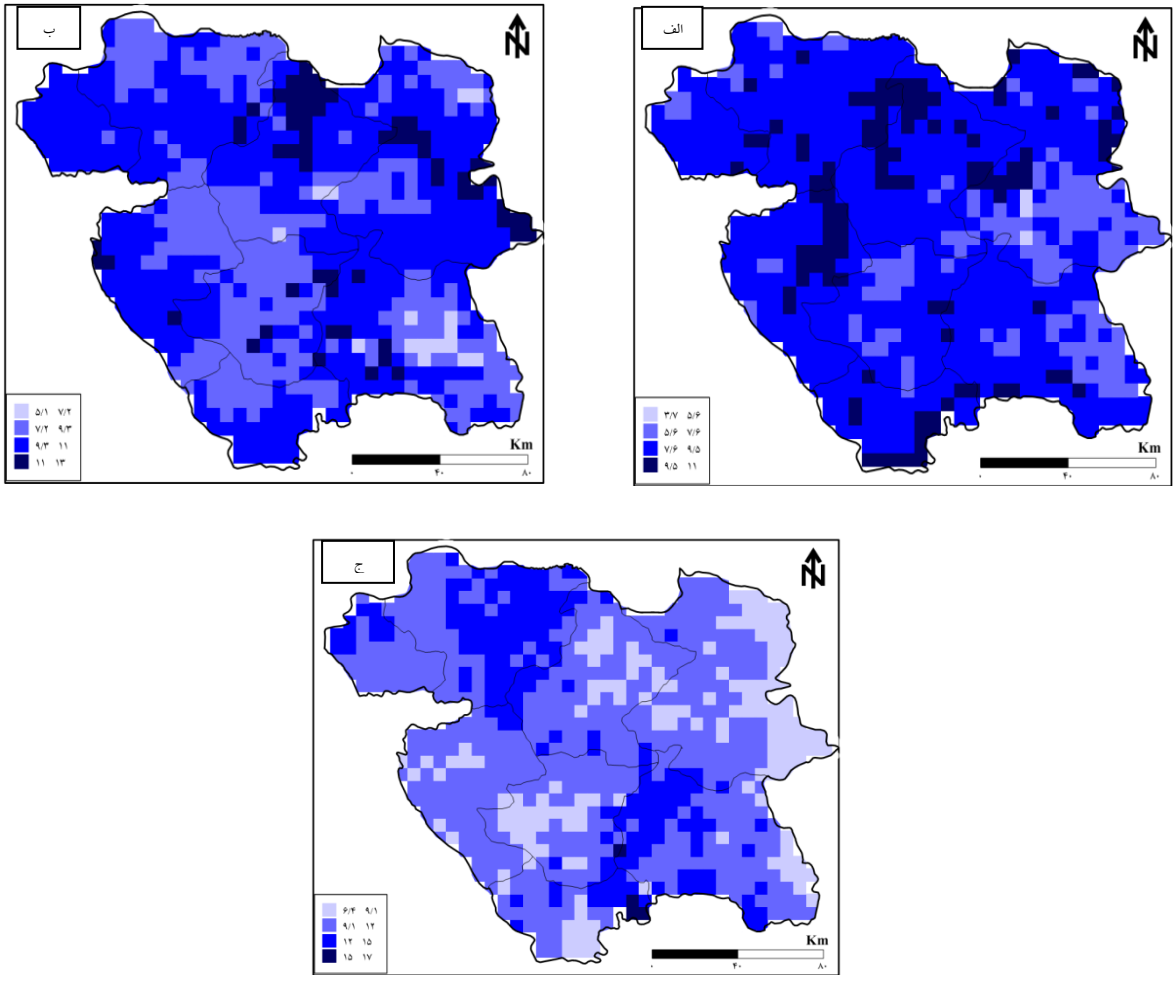
تهیه و ترسیم : نگارنده، ۱۳۹۶





شکل ۱۱: اهمیت تداوم‌های بارش ۱ الی ۶ روزه

تهیه و ترسیم : نگارنده، ۱۳۹۶



شکل ۱۲: اهمیت تداوم‌های بارش ۷ الی ۹ روزه

تهیه و ترسیم : نگارنده، ۱۳۹۶

پراکنش زمانی تداوم بارش

جدول ۱ پراکنش زمانی سهم تداوم‌های مختلف بارش در تأمین بارش و روزهای بارانی ماه‌های مختلف سال را بر روی گسترهٔ استان کردستان برحسب درصد نشان می‌دهد. برپایهٔ یافته‌های حاصل از این پژوهش می‌توان گفت که بارش‌های کوتاه‌مدت با تداوم یک الی سه روزه بیشترین نقش را در تأمین روزهای بارشی و مقدار بارش استان کردستان دارند. در ماه‌های گرم و کم‌بارش سال (خرداد تا آبان) تداوم‌های بارش یک‌روزه بیشترین نقش را نسبت‌به سایر تداوم‌های بارش در تأمین بارش و روزهای بارانی استان دارند و تداوم‌های بلندمدت بارش بیش‌از پنج و شش روزه سهم بسیار کوچکی در تأمین بارش و روزهای بارانی استان دارند. در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور این‌گونه بارش‌ها هیچ‌گونه سهمی در روزهای بارانی و تأمین بارش ندارند. در ماه‌های پربارش و سرد سال (آبان تا فروردین) بارش‌ها با تداوم دو روزه نسبت‌به سایر تداوم‌ها بیشترین سهم را در تأمین مقدار بارش و روزهای بارانی دارند و نقش تداوم‌های بارش‌های بلندمدت به نسبت بیشتر از سایر ماه‌های دیگر سال است. در فروردین بارش‌ها با تداوم‌های سه روزه بیشترین سهم را در روزهای بارانی و تأمین مقدار بارش استان کردستان برعهده دارند. بیش‌از ۲۰ درصد از روزهای بارانی و بیش‌از ۲۱ درصد از نرخ بارش دریافتی این ماه از سال توسط بارش‌ها با تداوم سه روزه تأمین می‌شود.

جدول ۱: پراکنش زمانی سهم تداوم‌های بارش در مقدار بارش و روزهای بارانی ماه‌های مختلف سال به درصد

		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	کل
فروردین	فراوانی	۱۵/۷	۱۹/۴	۲۰/۴	۱۵	۸/۹	۷/۶	۳/۷	۱/۹	۱/۲	۹۴/۱
	بارش	۱۰	۱۷/۸	۲۱/۸	۱۷/۴	۹/۳	۸/۷	۳/۹	۲/۲	۱/۳	۹۲/۵
اردیبهشت	فراوانی	۱۶/۴	۱۹/۷	۱۵/۹	۱۳/۴	۱۰	۷	۴/۳	۳/۴	۳/۶	۹۳/۷
	بارش	۱۱	۱۷/۵	۱۷/۵	۱۴/۹	۱۱/۴	۸/۳	۴/۵	۴/۱	۴	۹۳/۲
خرداد	فراوانی	۳۷/۳	۲۵/۴	۱۲/۲	۵/۶	۷/۹	۳/۸	۱/۴	۱/۹	۱/۴	۹۶/۹
	بارش	۲۷/۱	۲۲/۵	۱۳	۶/۷	۱۱/۲	۵/۳	۲/۴	۴	۱/۹	۹۴/۱
تیر	فراوانی	۴۶/۹	۲۳/۴	۱۴/۵	۸/۳	۴/۲	۰/۶	۰/۱	۰	۰	۹۸
	بارش	۳۸/۴	۲۸	۱۷/۶	۱۰	۴/۹	۰/۷	۰/۱	۰	۰	۹۹/۷
مرداد	فراوانی	۴۱/۷	۳۱/۹	۱۱/۳	۶/۹	۴/۸	۲/۹	۰/۴	۰	۰	۹۹/۹
	بارش	۳۳/۴۶	۳۸/۴	۱۲	۶/۸	۵/۳	۳/۵	۰/۳	۰	۰	۹۹/۷
شهریور	فراوانی	۴۷	۲۲/۹	۱۱/۳	۱۰/۶	۷/۶	۰/۵	۰	۰	۰	۹۹/۹
	بارش	۴۱/۶۸	۲۲/۶	۱۳/۷	۱۲/۴	۸/۹	۰/۵	۰	۰	۰	۹۹/۷
مهر	فراوانی	۲۵/۲	۲۱	۱۷/۴	۱۴/۶	۸/۶	۶/۶	۴/۸	۲/۰۱	۰/۴	۹۹/۹
	بارش	۱۶/۶	۱۷/۹	۱۸/۸	۱۷/۸	۱۰/۵	۸/۷	۵/۷	۳/۴	۰/۳	۹۹/۷
آبان	فراوانی	۱۶/۶	۱۹/۴	۱۸/۱	۱۲/۸	۱۱/۲	۷/۴	۴/۳	۳	۲/۷	۹۵/۵
	بارش	۹/۷	۱۵/۲	۱۸/۹	۱۴/۶	۱۴/۷	۹/۶	۵/۸	۳/۵	۳/۴	۹۵/۴
آذر	فراوانی	۱۸/۳	۲۴	۲۰/۲	۱۲/۲	۹/۱	۵/۴	۴/۳	۲/۵	۱	۹۷
	بارش	۱۲	۲۳/۱	۲۱/۵	۱۳/۳	۱۰	۶/۵	۶/۲	۲/۷	۱	۹۶/۳
دی	فراوانی	۱۹/۵	۲۷/۵	۱۹/۱	۱۳/۵	۸/۵	۴/۹	۱/۹	۱/۷	۱/۵	۹۸/۱
	بارش	۱۳/۹	۲۸/۱	۱۹	۱۳/۹	۱۰/۱	۵/۸	۲/۸	۲/۳	۱/۸	۹۷/۷
بهمن	فراوانی	۱۷/۶	۲۳/۱	۱۹/۸	۱۳	۸/۶	۶/۴	۴/۳	۲/۵	۱/۵	۹۶/۸
	بارش	۱۲/۲	۲۱/۲	۲۰/۶	۱۴/۴	۹	۸/۸	۴/۸	۳	۱/۶	۹۵/۶
اسفند	فراوانی	۱۶/۶	۲۲/۴	۱۹/۶	۱۳/۵	۸/۹	۵/۹	۴	۳/۲	۲/۱	۹۶/۳
	بارش	۱۰/۹	۲۰/۱	۱۸/۶	۱۳/۶	۱۰	۷	۵/۴	۵/۸	۳/۶	۹۵/۳

مأخذ : نگارنده، ۱۳۹۶

نتیجه

هدف این پژوهش واکاوی و پایش مکانی ماندگاری بارش در استان کردستان بود. برای انجام آن از داده‌های ۱۸۸ پیمونگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی داخل و خارج از مرز استان مربوطبه وزارت نیرو وسازمان هواشناسی طی بازۀ زمانی ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۹/۱۰/۳۰ استفاده شد. به کمک روش زمین‌آماری کریجینگ برای هر روز یک نقشۀ رقومی در ابعاد یاخته‌ای ۶×۶ کیلومتر ایجاد شد و سپس داده‌های روزانۀ مربوط به ۸۱۱ یاخته که کل استان را پوشش می‌دادند، از نقشه‌ها استخراج شد. یک پایگاه داده در ابعاد ۸۱۱×۱۸۲۰۳ ایجاد شد که بر روی سطرها، روز و بر روی ستون‌ها، یاخته‌ها قرار داشتند. برای هر یاخته، جداگانه ماندگاری رخداد بارش محاسبه شد. یافته‌ها نشان داد که ماندگاری‌های بارش در استان کردستان بین ۱ الی ۳۷ روز است. پیکربندی ناهمواری‌ها نقش مهمی در پراکنش ماندگاری بارش دارند. ماندگاری‌های ۱ الی ۹ روزه بر روی کل گسترۀ استان کردستان رخنمود دارند. طولانی‌ترین مانایی‌های بارش مربوط به نیمۀ غربی و پربارش استان است که در دامنۀ بادگیر و روبه‌باد قرار دارند. با فاصله‌گرفتن از مرزهای غربی استان به‌سمت شرق از بسامد ماندگاری‌های طولانی کاسته می‌شود. ماندگاری‌های رخداد بارش طولانی (۴ الی ۹ روزه) بیشترین سهم را در بسامد رخداد روزهای بارشی و تأمین مقدار کل بارش دریافتی نیمۀ غربی استان دارند. توجیه ماندگاری‌های طولانی برای نیمۀغربی استان این است که سامانه‌های بارش‌زای غربی با برخورد و رسیدن به ناهمواری‌ها و ارتفاعات مرکزی استان که در راستای شمالی- جنوبی گسترده شده‌اند، صعود می‌کنند و درنهایت چگالش ناشی از صعود هوا منجر به ریزش بارش و تخلیۀ رطوبتی آن‌ها در دامنه‌های غربی و بادگیر ناهمواری‌ها می‌شوند. برای نیمۀ شرقی استان، بیشینۀ سهم روزهای بارشی و تأمین مقدار بارش مربوط به ماندگاری‌های بارش کوتاه‌مدت (۱ الی ۲ روزه) است. نقش ماندگاری‌های بارش ۳ روزه برای مناطق استان پررنگ است. دلیل بسامد زیاد ماندگاری‌های کوتاه‌مدت در نیمۀ شرقی استان را می‌توان در توجیه دلیل پربسامدی ماندگاری‌های طولانی‌مدت بارش جستجو کرد. اغلب عمر مفید سامانه‌های بارش‌زا در اثر مانع و سد کوهستانی مرکزی در نیمۀ غربی استان سپری می‌شود و با رسیدن به نیمۀ شرقی استان، توان ماندگاری بارشی آن‌ها کاسته می‌شود و سهم دریافتی بارش برای مناطق یادشده به‌نسبت کوچک‌تر خواهد بود. پهنه‌بندی مکانی بارش نیز به‌نوعی گویای مطالب یادشده است. اگرچه مانایی‌های بارش طولانی، بسامد زیادی از روزهای بارشی نیمۀ غربی استان را به خود اختصاص می‌دهند و دوام طولانی آن‌ها سهم زیادی در تأمین مقدار کل بارش دریافتی دارند؛ ولی پراکنش اهمیت مکانی ماندگاری‌های بارش بیانگر بیشینۀ اهمیت برای مناطقی غیر از نیمۀ غربی استان است. این مطلب گویای آن است که برای نیمۀ غربی استان رخنمود ماندگاری‌های طولانی و بلندمدت پدیدۀ عادی و معمولی است؛ چراکه در سری زمانی بارش غرب استان، مانایی‌های طولانی پربسامد هستند؛ درحالی که برای نیمۀ شرقی استان، ماندگاری‌های طولانی‌مدت رخداد فرین به‌شمار می‌روند و در سری زمانی رخداد بارش نیمۀ شرقی تداوم‌های کوتاه‌مدت بسامد بیشتری دارند. پراکنش زمانی تداوم بارش‌ها بر روی استان کردستان نیز بیانگر آن است که در ماه‌های گرم و کم‌بارش تابستان تداوم‌های بارش یک روزه بیشترین نقش را در روزهای بارانی و تأمین بارش دارند؛ این درحالی است که در ماه‌های سرد و پربارش زمستان و بهار (فروردین و اردیبهشت) تداوم‌های دو روزه و سه روزه بیشترین سهم را دارند و تداوم‌های طولانی‌تر (بیشتر از سه روزه) نیز به‌نسبت ماه‌های گرم سال، سهم بیشتری در روزهای بارانی و تأمین بارش از خود نشان می‌دهند.

منابع

- حجام، سهراب؛ یونس خوشخو؛ رضا شمس‌الدین وندی (۱۳۸۷). تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزهٔ مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری، پژوهش‌های جغرافیایی. شمارهٔ ۶۴. صفحات ۱۶۸-۱۵۷.
- عساکره، حسین؛ زهرا سیفی‌پور (۱۳۹۱). مدل‌سازی مکانی بارش سالانهٔ ایران، جغرافیا و توسعه. شمارهٔ ۲۹. صفحات ۳۰-۱۵.
- عساکره، حسین (۱۳۸۶). تغییرات زمانی- مکانی بارش ایران زمین، مجلهٔ جغرافیا و توسعه. شمارهٔ ۱۰. صفحات ۱۶۴-۱۴۵.
- غیور، حسنعلی؛ سیدابوالفضل مسعودیان (۱۳۷۵). بررسی مکانی رابطهٔ بارش با ارتفاع در ایران زمین، تحقیقات جغرافیایی. صفحات ۱۴۳-۱۲۴.
- غیور، حسنعلی؛ سیدابوالفضل مسعودیان (۱۳۷۸). بررسی مکانی شاخص یکنواختی توزیع بارش در ایران زمین، تحقیقات جغرافیایی. صفحات ۲۸-۱۹.
- کتیرایی، پری‌سیما؛ سهراب حجام؛ پرویز ایران‌نژاد (۱۳۸۶). سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش در ایران طی دورهٔ ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۱، مجلهٔ فیزیک زمین و فضا. شمارهٔ ۱. صفحات ۸۳-۶۷.
- محمودی، پیمان؛ هوشنگ آقایی‌هشتجین (۱۳۸۹). تحلیل هم‌زمانی و هم‌مکانی روزهای بارش در استان کردستان، مجلهٔ رشد آموزش جغرافیا. شمارهٔ ۴. صفحات ۵۹-۵۲.
- مدرس، رضا (۱۳۸۶). توابع توزیع منطقه‌ای بارش ایران، مجلهٔ پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. شمارهٔ ۷. صفحات ۹۱-۸۶.
- مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۲). بررسی پراکندگی جغرافیایی بارش در ایران به روش تحلیل عاملی دوران‌یافته، مجلهٔ جغرافیا و توسعه. سال اول (۱). صفحات ۸۹-۷۹.
- مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۴). شناسایی رژیم‌های بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای. پژوهش‌های جغرافیایی. شمارهٔ ۵۲. صفحات ۶۱-۴۷.
- مسعودیان، سیدابوالفضل؛ محمد دارند؛ عبدالرضا کاشکی (۱۳۸۹). بررسی روند روزهای بارانی ایران، چهارمین کنفرانس منطقه‌ای تغییراقلیم.صفحات ۹۱-۸۷.
- نظری‌پور، حمید؛ محمود خسروی؛ سیدابوالفضل مسعودیان (۱۳۹۰). الگوهای فضایی اهمیت تداوم بارش ایران، مجلهٔ مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. شمارهٔ ۳. صفحات ۵۷-۳۷.
- نظری‌پور، حمید؛ سیدابوالفضل مسعودیان؛ زهرا کریمی (۱۳۹۱). بررسی تغییرات فضایی سهم بارش‌های یک روزه در تأمین روزهای بارشی و مقدار بارش ایران، مجلهٔ فیزیک زمین و فضا. شمارهٔ۴.صفحات ۲۵۸ -۲۴۱.
- Domroes M. and Ranatunga E (1993). Analysis of Inter-station Daily Rainfall Correlation During the Southwest Monsoon in the Wet Zone of Sri Lanka. Geografiska Annaler, 75A (3). 137-148.
- Mair A and Fares A (2011). Comparison of rainfall interpolation methods in a Mountainous Region of a Tropical Island. J Hydrol Eng, 371-383.
- Dahale S.D and Panchawangh N. Singh S.V. Ranatunge. E & Birkshavana R (1994). Persistence in rainfall occurrence over tropical South-East Asia and equatorial pacific. Theoretical and applied climatology, 49. 27-39.
- Goovaerts P (1997). Geostatistics for natural resources evaluation. Oxford, New York, P: 483.
- Ray C. L (1929). Rainfall persistency at San Juan. Monthly weather review. May, 184-194.
- Alijani B. Obrien. J and Yarnal B (2008). Spatial analysis of precipitation intensity and concentration in Iran, Theoretical and applied climatology, 94.107-124.
- Nazaripour H and Mansouri Daneshvar M.R (2014). Spatial contribution of one-day precipitations variability to rainy days and rainfall amounts in Iran. International Journal of Environmental Science and Technology. 11 (6) 1751-1758.

Geography and Development
16nd Year-No.52– Autumn 2018
Received: 19/01/2017 Accepted: 16/10/2017

Spatial Analysis of Precipitation Persistency in Kurdistan Province

Dr. Mohamad Darand
Associate Professor of Climatology
University of Kurdistan

Introduction

Precipitation is the critical atmospheric parameter and major component of the global water and energy cycle which have high variations in time and space and have direct effects on the availability of water resources and agriculture. Spatial analysis of precipitation is essential for land use planning design and management of water related activities (Darand and Mansouri Daneshvar, 2014). The aim of this research is spatial analysis of persistency of precipitation in Kurdistan Province with complicated terrain, which elevation differs from 710 m in the southwest and northwest and 3220 m in central parts of the study region. The precipitation amount highly varies over the study region and is very irregular at both intra-annual and inter-annual timescales. The long-term mean annual precipitation of the study area varies between 260 mm in the east and 860 mm in the west with decreasing trend from west to east (Darand and Mansouri Daneshvar, 2015). Therefore, the accurate knowledge of the spatial and temporal variations of precipitation persistency is of great importance for operational applications such as the proper management of water resources, the design of water conveyance and flood protection structures, agriculture, the management of agricultural development, such as irrigation planning, and land use planing.

Methods and Material

In order to doing this study, daily precipitation data from 188 synoptic, climatology and rain gauge over and out of Kurdistan province from Energy ministry and meteorology organization during 1/1/1950 to 30/10/2010 have been used. For every day one digital map in dimension 6*6 km has been created by Kriging method. Then data of 811 pixels that covers whole of the province extracted from daily maps. One data base 18203*811 created that located on the rows, days and over the columns, pixels. For each pixels, portion of precipitation persistence in total rainy days and amount of precipitation accompany with spatial precipitation persistency important have been calculated.

Results and Discussion

The results of this study showed that precipitation persistency over province is between 1 to 37 days. Persistency of 1 to 9 days over whole province has been observed. The long persistency in semi western parts of province is more frequent. The short persistency (1 to 2 days) assigns to high percent of rainy days and is more partnership in amount of precipitation in semi eastern parts of province.

The spatial importance of persistency shows significant importance of this precipitation for semi eastern parts of province. Increase in persistency result in decrease partnership in total rainy days. In semi western parts of province long time persistency (4 to 9 days) have high partnership in total rainy days and amount of precipitation while spatial precipitation persistency is maximum for other parts of province. This shows that long time precipitations persistency is regular for semi western parts of province and extreme for central and semi eastern parts of province. The results of this investigation indicate the imporatant role of topographic configurations in the spatial distribution of precipitation persistency over Kuridistan province.

Conclusions

The long time persistency of precipitation in western parts of the study region is contributed to barrier role of mountains in western and central parts which reduce the precipitable power of attmospheric systems for dry eastern parts. This results are in agreement with findings of Nazaripour and Mansouri Daneshvar (2014) for Iran who found the one-day precipitation contribution of rainfall amounts in dry eastern parts of Iran is more than the rainy western parts.The occurrence of long time persistency of precipitaions is regular for rainy western parts of study area while is important for dry eastern parts. Temporal analysis of this study implys the importanant role of short one-day precipitation persistency in dry warm months summer precipitation amount while longer two and three-days precipitation persistency in rainy cold months of year have the highest contribution in total precipitaion. The main causes of this irregularity are the geographical location and the general atmospheric circulation which domiance over study region during different months of year.

Keywords: Persistence, Precipitation, Interpolation, Kriging, Kurdistan Province.

References

- Alijani B. Obrien. J and Yarnal B (2008). Spatial analysis of precipitation intensity and concentration in Iran, Theoretical and applied climatology, 94.107-124.
- Asakereh H (2007). Tempo-spatial variations of Iran precipitation. Geography and development. 10. 145-164.
- -Asakereh H. and Syfipour. Z (2012). Spatial modeling of annual Iran's precipitation.
- Geography and development. 29. 15-30.
- Dahale S.D and Panchawangh N. Singh S.V. Ranatunge. E. and Birkshavana R. (1994). Persistence in rainfall occurrence over tropical South-East Asia and equatorial pacific. Theoretical and applied climatology, 49. 27-39.
- Darand M and Mansouri Daneshvar M.R (2014). Regionalization of Precipitation Regimes in
- Iran Using Principal Component Analysis and Hierarchical Clustering Analysis. Environmental Process. 1. 517-532.
- -Darand M and Mansouri Daneshvar M.R. (2015). Variation of agro-climatic indices in Kurdistan province of Iran within 1962–2012. Modeling Earth Systems and Environment. 1-7.
- Domroes M. and Ranatunga E. (1993). Analysis of Inter-station Daily Rainfall Correlation During the Southwest Monsoon in the Wet Zone of Sri Lanka. Geografiska Annaler, 75A (3). 137-148.

- Mair A and Fares A (2011). Comparison of rainfall interpolation methods in a Mountainous Region of a Tropical Island. J Hydrol Eng, 371–383.
- Ray C.L. (1929). Rainfall persistency at San Juan. Monthly weather review. May, 184-194.
- Goovaerts P (1997). Geostatistics for natural resources evaluation. Oxford, New York, p 483.
- Hojam S. Khoshkho Y. and Shamsadinvandi R (2008). Annual and seasonal precipitation trend analysis of some selective meteorological stations in central region of Iran using nonpoarametric methods. Physical geography research quarterly. 64.158-168.
- Katiraie Boroujerdy P.S. Hojam S and Irannezhad P (2007). The contribution of variations in frequency and intensity of daily precipitation in trend of precipitation in Iran during 1960 to 2001. Earth and space physics. 1. 67-83.
- Khayour H.A and Masoudian S.A (1996). Spatial analysis of correlation between precipitation and elevation in Iran. Geographic researches. 124-143.
- Khayour H.A and Masoudian S.A (1999). Spatial analysis of precipitation Entropy index in Iran. Geographic researches. 19-28.
- Mahmoodi P and Aghaee Hashtjin H (2010). Temporal and spatial analysis of rainy days in Kurdistan province. Journal of Geography Education Growth. 4. 52-59.
- Masodian S.A. Darand M and Kashki A.R (2010). Trend analysis of Iran's rainy days. The 4th regional conference on climate change. 87-91.
- Masoudian S.A (2003). Invstigation of geographic distributed precipitation of Iran by rotated factor analysis. Geography and development. 79-89.
- Masoudian S.A (2005). Detection Iran's precipitation regiem by cluster analysis. Physical geography research quarterly. 52. 47-61.
- Moddares R (2005). Regional distribution functions of Iran's precipitation. Pajouhesh & Sazandegi. 7. 86-91.
- Nazaripour H and Mansouri Daneshvar M.R (2014). Spatial contribution of one-day precipitations variability to rainy days and rainfall amounts in Iran. International Journal of Environmental Science and Technology. 11(6) 1751–1758.
- Nazaripour H. Khosravi M. and Masoudian S.A (2011). Spatial patterns of Importance of Iranian Rainfall Persistency**.** Journal of Arid Regions Geographics Studies. 3.37-57.
- Nazaripour H. Masoudian S.A. and Karimi Z. (2012). An investigation of the spatial changes of one-day (24-Hour) precipitation in the supply of Iran precipitation days and amount. Earth and space physics. 4. 241-258.